

**Adrian Cimek**

III rok Logistyka inżynierska

Wydział Ekonomii, Finansów i Zarządzania, Uniwersytet Szczeciński

## **WPŁYW INFRASTRUKTURY DROGOWEJ NA REALIZACJĘ ZADAŃ LOGISTYCZNYCH W PROCESIE ZAOPATRZENIA DLA PRZEMYSŁU 4.0**

### **Wstęp**

Analiza literatury wskazuje, że coraz częściej przedsiębiorstwa produkcyjne i usługowe rezygnują z przestrzeni magazynowej ze względu na redukcję kosztów zaopatrzenia, jednocześnie optymalizując koszty transportu i w ten sposób równoważą koszt łańcuchów dostaw w taki sposób, aby uwzględniając analizę systemową uzyskać minimalizację kosztów dla całego systemu logistycznego przy redukcji ryzyka dla wybranych niewralgicznych procesów.

W procesach logistycznych coraz częściej stosuje się zasadę *just in time*, której stosowanie może być ograniczone wykluczeniem transportowym ze względu na niezadowalającą dostępność infrastruktury drogowej. W artykule przeprowadzono analizę wpływu lokalizacji i dostępności do infrastruktury logistycznej oraz transportowej, w procesie zaopatrzenia eksploatacyjnego na terenach o stosunkowo mało rozwiniętej sieci dróg. Dokonano porównania dwóch lokalizacji, przy czym w pierwszym przypadku uwzględniono szybki rozwój infrastruktury drogowej a w drugim przypadku tylko nieznaczne zmiany poprawiające istniejącą infrastrukturę drogową.

### **1. Analiza problemu**

W artykule przeprowadzono analizę dla dwóch miejscowości znajdujących się w województwie zachodniopomorskim: miasta Koszalin oraz miasta Czaplinek. Przeprowadzona analiza polegała na zestawieniu odległości z innymi wybranymi miejscowościami w obszarze województwa i województw ościennych oraz wykonaniu badania czasu koniecznego do realizacji transportu w wytypowanym obszarze.

Analiza została przeprowadzona w celu sprawdzenia warunków wdrożenia w przedsiębiorstwach zasady *just in time* pod wymogi realizacji procesu produkcyjnego zgodnie z zasadami przemysłu 4.0. Czwarta rewolucja przemysłowa usprawniła przepływ informacji i stanowi ważne ogniwo łańcucha dostaw oraz

ma realny wpływ na poziom i jakość realizowanych procesów produkcyjnych a także podejmowanych decyzji na poziomie operacyjnym i strategicznym<sup>1</sup>. Ważnym elementem charakteryzującym przedsiębiorstwa produkcyjne jest to, że wymagają one dobrej lokalizacji szczególnie jeśli wykorzystują zasadę *just in time* ze względu na minimalizację kosztów funkcjonowania przedsiębiorstwa<sup>2</sup>. W analizowanym przypadku wskazano na potencjalne zagrożenia wynikające z lokalizacji przedsiębiorstwa i wpływu na czas realizacji zadań zaopatrzeniowych w komponenty i części zamienne konieczne do sprawnego funkcjonowania urządzeń technologicznych. Zakłada się, że hipotetyczne przedsiębiorstwo będzie funkcjonowało zgodnie z zasadami przemysłu 4.0 wykorzystując zaawansowane systemy diagnozujące stan maszyn i urządzeń, które pozwalają szybko zidentyfikować przyczynę awarii urządzenia technologicznego i w trybie automatycznym raportować zdarzenie a nawet inicjować proces zamówienia części zamiennej<sup>3</sup>. Wykorzystanie Internetu Rzeczy IoT pozwala na szybką reakcję na przyczynę przestoju urządzeń technologicznych jednak proces zaopatrzenia i dostarczenia części do przedsiębiorstwa uwzględniać musi przepływ informacji jak i materiału, czyli fizyczne dostarczenie komponentu do miejsca docelowego. Ze względu na losowe przyczyny awarii systemów technologicznych przewidywanie zamówień nie jest możliwe. Największym ograniczeniem w takim wypadku jest często odległość i czas konieczny do dostarczenia danego komponentu do miejsca docelowego<sup>4</sup>. Ze względu na złożoność współczesnych systemów technicznych źródłem zaopatrzenia nie musi być jeden magazyn serwisowy, lecz może to być bardziej złożony system zaopatrzenia wymagający realizacji transportu z różnych lokalizacji i kierunków.

## 2. Analiza lokalizacji przedsiębiorstwa

Pierwsza wytypowana lokalizacja przedsiębiorstwa znajduje się w miejscowości Koszalin, który położony jest w gminie miejskiej, znajduje się

---

1 W. Musiał, J. Witek, *Proposal for an expert system to aid decision-making in the design and management of flexible manufacturing systems*, Scientific Papers of Silesian University of Technology, Szczecin 2023.

2 S. Smyk, *Podejście systemowe jako podstawa identyfikacji europejskich procesów logistycznych*, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, nr 6/2016.

3 W. Musiał, D. Skalski, B. Wankiewicz, *Koncepcja zrobotyzowanego gniazda produkcyjnego do współpracy z osobami z niepełnosprawnością kompensującego dysfunkcje manualne pracownika z wykorzystaniem robotów typu Yumi*, *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, Vol. 23, nr 4, 2020.

4 J. Filipczyk, *Prognozowanie zużycia paliwa na wybranej trasie przewozu*, *Logistyka*, nr 6, 2014.

w województwie zachodniopomorskim. Liczba mieszkańców miasta kształtuje się na poziomie ok. 100 tys. mieszkańców (w 2019 roku 107048)<sup>5</sup>.

Druga zaproponowana lokalizacja znajduje się w miejscowości Czaplinek, który jest gminą miejsko-wiejską znajdującą się w powiecie Drawskim, w województwie zachodniopomorskim. Liczba mieszkańców przekracza 6 tys. (w 2019 roku kształtowała się na poziomie 6699)<sup>6</sup>.

W pierwszym przypadku uwzględniając w analizie gminę miejską Koszalin wybrano kilka ośrodków miejskich o porównywalnym lub większym potencjale gospodarczym, które stanowią jego najbliższe otoczenie gospodarcze i stanowią element sieci komunikacyjnej mającej wpływ na proces transportowy. Do tych ośrodków należą: Gdańsk, Piła, Szczecin, Kołobrzeg i Słupsk. W celu zbadania odległości między wymienionymi ośrodkami (rysunek 2) jak i czasu przejazdu między nimi (rysunek 3) wykonano analizę z wykorzystaniem Maps Google oraz systemu Placematic. Analiza objęła wyznaczenie lokalizacji potencjalnego przedsiębiorstwa w strefie przemysłowej na podstawie planu przestrzennego zagospodarowania terenu (rysunek 1).



**Rysunek 1. Strefa przemysłowa na podstawie Koszalińskiego planu zagospodarowania terenu**

Źródło: Opracowanie własne z użyciem Google Maps.

5 Statystyczne Vademecum Samorządowca Urząd Statystyczny w Szczecinie, [https://szczecin.stat.gov.pl/vademecum/vademecum\\_zachodniopomorskie/portrety\\_miast/miasto\\_koszalin.pdf](https://szczecin.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_zachodniopomorskie/portrety_miast/miasto_koszalin.pdf) (dostęp: 29.02.2024).

6 Baza Demografia GUS, <https://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/Tables.aspx> (dostęp: 29.02.2024).

Strefa przemysłowa została wybrana na siedzibę potencjalnego przedsiębiorstwa ze względu na bliskie sąsiedztwo ze szlakiem międzynarodowym E28 oraz węzłem drogowym Koszalin (S6 (E28), S11) na zachód od Koszalina. Lokalizacja pozwala na uzyskanie dobrego połączenia z infrastrukturą drogową (rysunek 2).

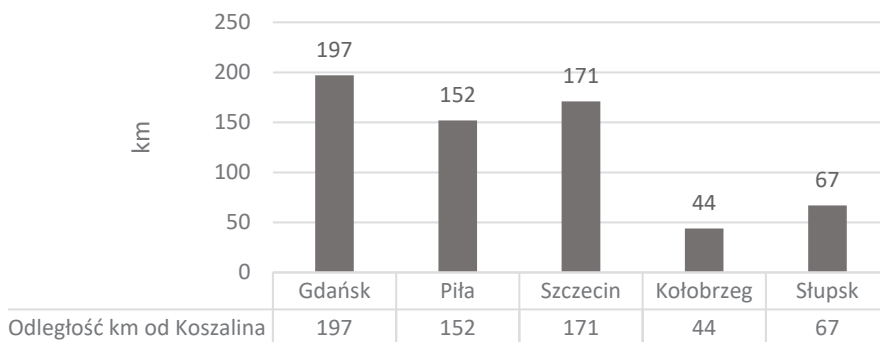


**Rysunek 2. Ośrodki miejskie będące otoczeniem miasta Koszalin**

Źródło: Opracowanie własne z użyciem Google Maps.

Na rysunku 3 przedstawiono odległość od Koszalina do wybranych ośrodków miejskich (w km). Najdłuższa odległość z Koszalina do wytypowanego miasta wynosi 197 km (Gdańsk) a najkrótsza do Kołobrzegu (44 km).

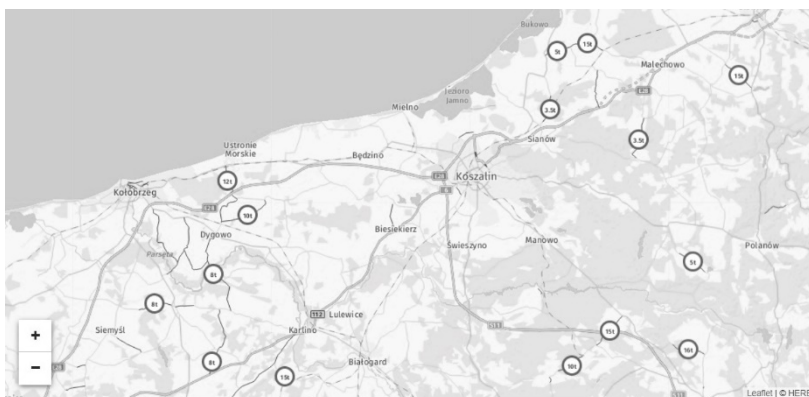
**Odległości z Koszalina do wybranych ośrodków miejskich**  
km



**Rysunek 3. Odległość z Koszalina do wybranych ośrodków miejskich**

Źródło: Opracowanie własne.

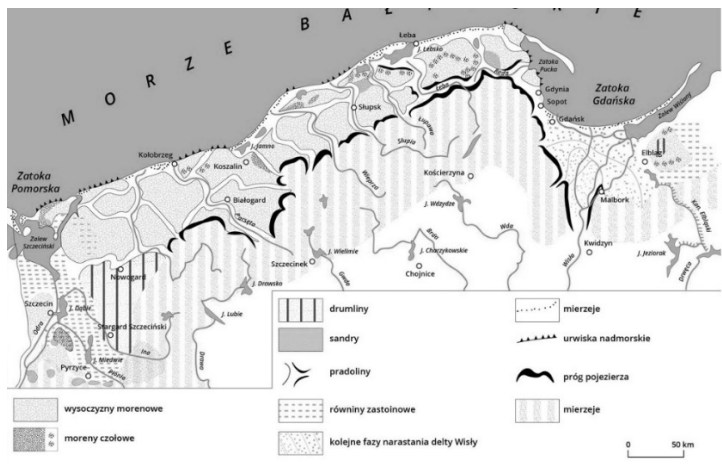
Rysunek 4 przedstawia średni obliczony czas przejazdu z Koszalina do wybranych ośrodków miejskich (w minutach). W celu przeprowadzenia tego badania użyto przeglądarki Google Maps oraz Placematic (mapy dla logistyki). W analizie uwzględniono ograniczenia wynikające z ukształtowania terenu oraz przepustowości dróg, a także konstrukcji mostów i wiaduktów oraz estakad. Uwzględniono również zakazy wynikające z masy własnej pojazdu i przewożonego ładunku a w związku z tym dostępności do wybranych dróg (rysunek 5).



**Rysunek 4. Ograniczenia w realizacji transportu.**

Źródło: Opracowanie własne na podstawie <https://placematic.pl/pl/mapy-dla-transportu-i-logistyki/#> (dostęp: 29.02.2024).

Przeprowadzona analiza wskazuje, że ukształtowanie terenu w pasie nadmorskim nie jest zbyt zróżnicowane i waha się między 0 a 150 m przy średniej wartości nad poziom morza wynoszącej kilkanaście metrów (rysunek 5). Większość odcinków drogi S6 (E28) przebiega wzdłuż pasa nadmorskiego i posiada charakterystykę ukształtowania, którą można nazwać niziną. Pomiedzy miejscowościami Słupsk i Gdańsk można zaobserwować wpływ ukształtowania terenu na przebieg drogi S6 ze względu na występowanie progu pojezierza i w związku z tym bardziej urozmaiczone ukształtowanie terenu przy wzroście średniej wysokości nad poziom morza.

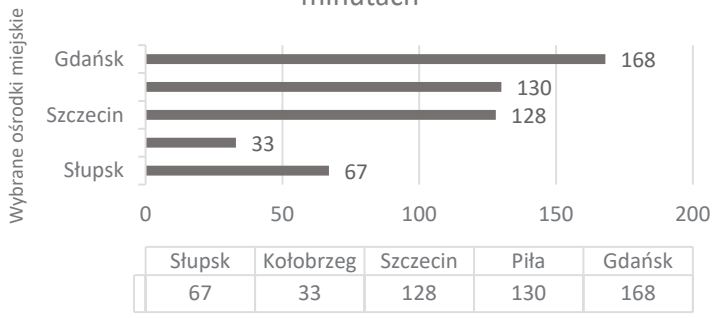


**Rysunek 5. Ukształtowanie terenu w pasie wybrzeża**

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., Źródło: J. Kondracki – Geografia regionalna Polski, PWN 2002.

W drugim przykładzie uwzględniono miasto Czaplinek. Również w tym przypadku wybrano kilka ośrodków miejskich takich jak Bydgoszcz, Piła, Szczecin, Szczecinek i Koszalin w celu określenia odległości między miejscowościami (rysunek 7) jak i potencjalnego czasu przejazdu (rysunek 4). Wykonano analizę wyznaczonej strefy przemysłowej zlokalizowanej w gminie Czaplinek na podstawie planu przestrzennego zagospodarowania terenu (rysunek 8).

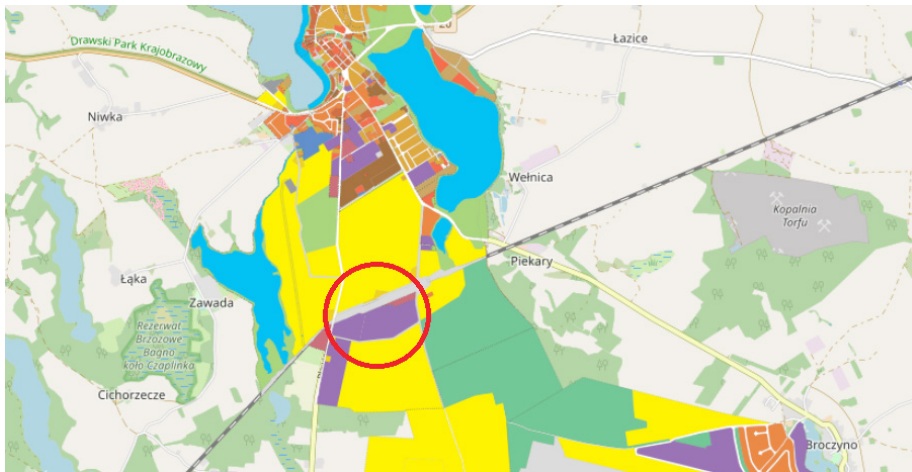
**Średni czas przejazdu z Koszalina do poszczególnych ośrodków miejskich w minutach**



**Rysunek 6. Średni czas przejazdu z Koszalina do poszczególnych ośrodków miejskich w minutach**

Źródło: Opracowanie własne.





**Rysunek 7. Strefa przemysłowa na podstawie Czaplineckiego planu zagospodarowania terenu**

Źródło: [https://mapa.inspire-hub.pl/#/gmina\\_czaplinek](https://mapa.inspire-hub.pl/#/gmina_czaplinek) (dostęp: 29.02.2024).

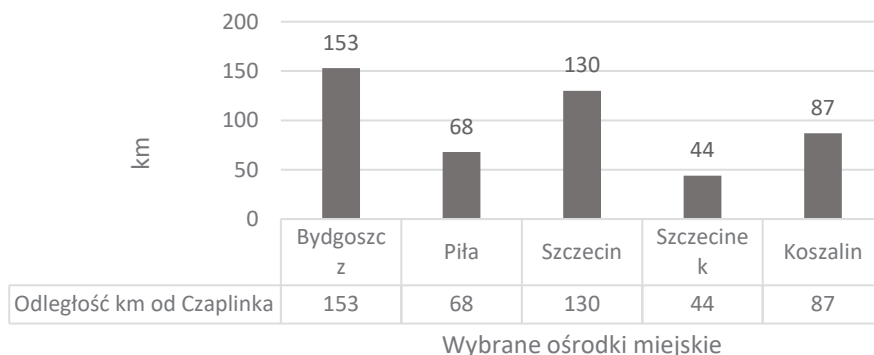
Strefa przemysłowa przedstawiona na rysunku 7 została wybrana na podstawie bliskiego połączenia z linią kolejową oraz bliskim sąsiedztwem z infrastrukturą drogową – drogami wojewódzkimi nr 177 i 163 oraz drogą krajową nr 20.



**Rysunek 8. Wyznaczone ośrodki miejskie dla miasta Czaplinek**

Źródło: Opracowanie własne z użyciem Google Maps.

### Średnia odległość od Czaplinka w kilometrach

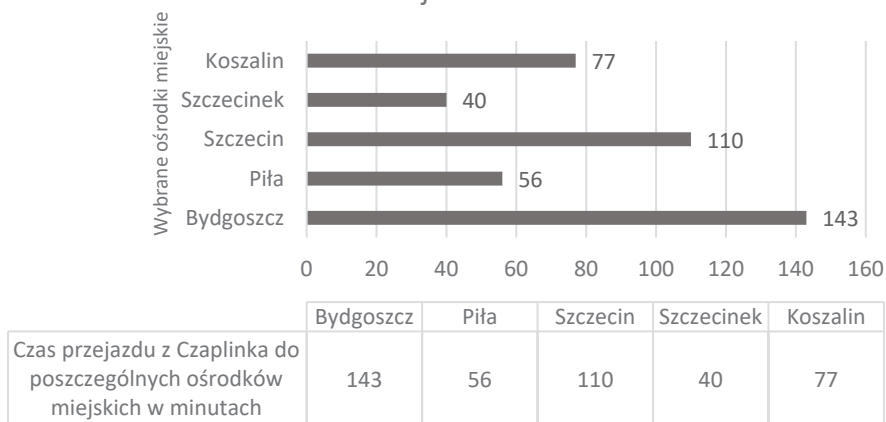


**Rysunek 9. Średnia odległość od Czaplinka w kilometrach**

Źródło: Opracowanie własne.

Na rysunku 9 została przedstawiona średnia odległość od miasta Czaplinek (w km) od wybranych ośrodków miejskich. Największa odległość jest do miasta Bydgoszcz (153 km), a najmniejsza odległość do miasta Szczecinek (44 km).

### Średni czas przejazdu z Czaplinka do poszczególnych ośrodków miejskich w minutach



**Rysunek 10. Średni czas przejazdu z Czaplinka do poszczególnych ośrodków miejskich w minutach**

Źródło: Opracowanie własne.



Rysunek 10 przedstawia średni obliczony czas przejazdu z Czaplinka do wybranych ośrodków miejskich (w minutach). W celu przeprowadzenia tego badania użyto przeglądarki Google Maps oraz Placematic (mapy dla logistyki).

W przypadku Pojezierza Drawskiego, na którym leży Czaplinek, różnica wzniesień sięga ponad 200 m a średnia wysokość nad poziomem morza wynosi około 150 m. Po przeprowadzeniu analiz z wykorzystaniem map cyfrowych stwierdzono, że liczba dróg prowadzących do analizowanych lokalizacji oraz ich charakterystyka jest zróżnicowana i wpływa na czas realizacji zadań transportowych oraz całkowity koszt transportu. Ze względu na położenie obydwu lokalizacji w obszarze turystycznym należy spodziewać się dodatkowych ograniczeń transportowych w sezonie urlopowym. Pierwsza analizowana lokalizacja charakteryzuje się lepszą infrastrukturą drogową, która jest rozwijana do parametrów dróg szybkiego ruchu. Można się spodziewać, że w perspektywie kilku lat infrastruktura drogową umożliwi jeszcze sprawniejszy transport i skrócenie czasu realizacji zleceń zaopatrzeniowych i dystrybucyjnych realizowanych przez przedsiębiorstwa. W przypadku drugiej lokalizacji perspektywa rozwoju dróg jest mniejsza i nie zapewni sprawnej realizacji zadań zaopatrzeniowych i dystrybucyjnych w takim wymiarze jak w przypadku pierwszej lokalizacji. Należy jednak zaznaczyć, że drogi szybkiego ruchu umożliwiają skrócenie czasu przejazdu, ale często kosztem większego zużycia paliwa i dodatkowych opłat drogowych. W przypadku rozważanego problemu zaopatrzenia w komponenty serwisowe dla maszyn i urządzeń największym ograniczeniem jest czas realizacji zlecenia, ponieważ każda minuta przerwy w działaniu urządzeń generuje straty. W takim przypadku szybki przepływ informacji ma duże znaczenie, ale fizyczne dostarczenie komponentów na czas i miejsce również ma wpływ na optymalizację kosztów usunięcia awarii i przywrócenia zdolności produkcyjnych. Infrastruktura drogową nie może być wąskim gardłem w realizacji zadań zaopatrzeniowych tym bardziej jeśli wdrożone zostaną systemy umożliwiające automatyzację przepływu informacji zgodnie z zasadami przemysłu 4.0. Przedsiębiorstwa wdrażające nowe technologie powinny poszukiwać synergicznego działania uwzględniającego optymalizację wszystkich systemów tak aby mogły one przynieść korzyści dla przedsiębiorstwa.

## **Podsumowanie**

Na podstawie przeprowadzonych analiz można sformułować wniosek, że wdrożenie zaawansowanych systemów przemysłu 4.0 może nie zapewnić spodziewanych efektów dla przedsiębiorstwa, jeśli nie dokona się analizy systemowej jego funkcjonowania. Przepływ informacji jest bardzo istotny,

ale również fizyczny przepływ materiałów i komponentów w tym systemów zaopatrzenia w części i serwis przedsiębiorstwa funkcjonującego w realiach przemysłu 4.0 jest kluczowy dla jego sprawnego funkcjonowania.

Wobec powyższego przedsiębiorstwo powinno mieć łatwość dostępu do infrastruktury drogowej i realizacji procesów transportowych.

W artykule przeanalizowano dwa ośrodki miejskie co do ich dostępności drogowej. Lokalizacja pierwsza wydaje się być korzystna z punktu widzenia dostępności do dróg szybkiego ruchu oraz zaplecza społeczno-gospodarczego, wynikającego z tego, że miasto Koszalin liczy około 100 tys. mieszkańców, znajdują się tam banki, uczelnie wyższe, istnieje potencjalne większe zaplecze branżowe.

Druga lokalizacja wykazała większą odległość do dróg szybkiego ruchu i węzłów drogowych oraz kolejowych a co za tym idzie dostępność dla tej lokalizacji jest mniejsza. Lokalizacja dla przedsiębiorstwa produkcyjnego ma znaczenie również ze względu na dostępność do zasobów ludzkich jak również obsługi banków czy dostępu do infrastruktury ogólnotechnicznej.

Można sformułować wniosek, że infrastruktura drogowa spełnia bardzo ważną rolę również dla przemysłu 4.0. Nie wystarczający jest optymalny przepływ informacji w realizacji procesu produkcyjnego i wysoki stopień automatyzacji i robotyzacji. Bardzo ważne jest zapewnienie sprawnego przepływu materiałów i komponentów na linii produkcyjnej, ale również szybkie dostarczanie komponentów i części oraz dojazd serwisu dla sprawnego funkcjonowania zautomatyzowanych i zrobotyzowanych systemów produkcyjnych, tym bardziej, że coraz częściej mogą to być przedsiębiorstwa małe i średnie o wysokim stopniu nasycenia nowymi technologiami. Poszukiwanie lokalizacji poza wielkimi ośrodkami miejskimi i przemysłowymi może mieć w przyszłości duże znaczenie ze względu na coraz większe trudności w pozyskiwaniu pracowników. Wydaje się, że kompromis między dobrą infrastrukturą techniczną, zasobami ludzkimi oraz dostępnością do dróg i węzłów komunikacyjnych powinien być traktowany na równi z rozwojem informatycznym oraz automatyzacją i robotyzacją. Budowa nowych dróg i węzłów komunikacyjnych może zapewnić większy potencjał gospodarczy obszarów, na których one powstają oraz umożliwić rozwój przemysłowy zoptymalizowany do określonych zadań i w pełni wykorzystujący wykluczone gospodarczo do tej pory regiony.

## **Bibliografia**

Baza Demografia GUS, <https://demografia.stat.gov.pl/bazademografia/Tables.aspx>  
Biuletyn Informacji Publicznej Gmina Czaplinek [https://mapa.inspire-hub.pl/#/gmina\\_czaplinek](https://mapa.inspire-hub.pl/#/gmina_czaplinek)

- Filipczyk J., Prognozowanie zużycia paliwa na wybranej trasie przewozu, *Logistyka*, nr 6, 2014.
- Internetowa platforma mapowa Google Maps, <https://www.google.com/maps>
- Smyk S., Podejście systemowe jako podstawa identyfikacji europejskich procesów logistycznych, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe*, nr 6/2016.
- Statystyczne Vademecum Samorządowca Urząd Statystyczny w Szczecinie.  
[https://szczecin.stat.gov.pl/vademecum/vademecum\\_zachodniopomorskie/portrety\\_miast/miasto\\_koszalin.pdf](https://szczecin.stat.gov.pl/vademecum/vademecum_zachodniopomorskie/portrety_miast/miasto_koszalin.pdf)
- Musiał W., Witek J., Proposal for an expert system to aid decision-making in the design and management of flexible manufacturing systems, *Scientific Papers of Silesian University of Technology*, Szczecin 2023.
- Musiał W., Skalski D., Wankiewicz B., Koncepcja zrobotyzowanego gniazda produkcyjnego do współpracy z osobami z niepełnosprawnością kompensującego dysfunkcje manualne pracownika z wykorzystaniem robotów typu Yumi, *Zarządzanie Przedsiębiorstwem*, Vol. 23, nr 4, 2020.

## Streszczenie

Rola transportu drogowego w łańcuchach dostaw dla realizacji procesów logistycznych jest kluczowa. Dzięki rozwojowi nowych systemów informatycznych, telemetrii, łączności bezprzewodowej a także łączności satelitarnej istnieje możliwość szybkiego optymalizowania transportu, funkcji intensyfikacji procesów transportowych a w szczególności podejmowania decyzji w zakresie modyfikacji procesu transportowego np. na skutek nieprzewidzianych zdarzeń w postaci wypadków, katastrof itp. Duża dostępność szlaków transportowych nie jest równomierna dla wszystkich obszarów w Polsce, w związku z tym należy oczekiwać, że kryteria wyboru lokalizacji pod realizację procesów produkcyjnych a następnie dystrybucja towarów i usług oraz zaopatrzenie w odpowiednie surowce oraz komponenty stanowi ważny aspekt w analizie kosztów przedsięwzięć produkcyjnych. W artykule zaprezentowano analizę dostępności wybranych lokalizacji do infrastruktury drogowej dla przedsiębiorstw produkcyjnych o wysokim stopniu informatyzacji, automatyzacji i robotyzacji, które wymagają sprawnego zaopatrzenia w systemy i części zamienne, aby efektywnie realizować procesy produkcyjne.

**Słowa kluczowe:** obsługa logistyczna, zaopatrzenie eksploatacyjne, przemysł 4.0

## IMPACT OF ROAD INFRASTRUCTURE ON INTENSIFICATION OF LOGISTICS PROCESSES IN INDUSTRY

### Summary

The role of road transport in supply chains for the implementation of logistics processes is crucial. Thanks to the development of new information systems, telemetry, wireless communications, as well as satellite communications, it is possible to quickly optimize transport, functions

of intensification of transport processes and, in particular, to make decisions on modification of the transport process, e.g. as a result of unforeseen events in the form of accidents, disasters, etc. The high availability of transport routes is not uniform for all areas in Poland, so it should be expected that the criteria for the selection of locations for the implementation of production processes and then the distribution of goods and services and the supply of appropriate raw materials and components is an important aspect in the cost analysis of production projects. The article presents a methodology for proceeding with decisions on the selection of locations for relevant industries, the impact of these realizations on the cost of doing business. The presented article allows to identify the risk during the implementation of production processes, taking into account transport processes. In the implementation of logistics processes, it is very important to estimate the risk in individual transportation processes.

**Keywords:** logistics service, operational supplies, industry 4.0